

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 2004/008213

15. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2003年 6月11日

REC'D 06 AUG 2004

WIPO PCT

出願番号
Application Number:
[ST. 10/C]:

特願2003-167076
[JP 2003-167076]

出願人
Applicant(s):

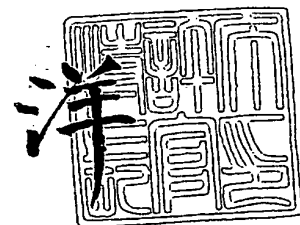
石川島播磨重工業株式会社
三菱電機株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 7月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3063799

【書類名】 特許願

【整理番号】 SA3-0028

【提出日】 平成15年 6月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 9/04

【発明の名称】 タービン部品の修理方法、及び復元タービン部品の製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町 3 丁目 5 番 1 号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

【氏名】 落合 宏行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町 3 丁目 5 番 1 号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

【氏名】 渡辺 光敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社 社内

【氏名】 後藤 昭弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社 社内

【氏名】 秋吉 雅夫

【特許出願人】

【識別番号】 000000099

【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115289

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タービン部品の修理方法、及び復元タービン部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 タービン部品における擦動面の修理を行うためのタービン部品の修理方法において、

前記タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、

前記欠陥除去工程が終了した後に、高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記タービン部品における前記欠陥を除去した除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記タービン部品における前記除去部分に前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層を形成する肉盛形成工程と、を具備してなることを特徴とするタービン部品の修理方法。

【請求項 2】 前記肉盛形成工程が終了した後に、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、を具備してなることを特徴とするタービン部品の修理方法。

【請求項 3】 前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記肉盛層と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を熔融除去して高密度状に形成しつつ、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする請求項 2 に記載のタービン部品の修理方法。

【請求項 4】 前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記タービン部品における擦動面と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれかの請求項に記載のタービン部品の修理方法。

【請求項5】 前記耐消耗電極は、グラファイト電極またはタングステン電極であることを特徴とする請求項3または請求項4に記載のタービン部品の修理方法。

【請求項6】 前記タービン部品における擦動面は、タービン動翼のシュラウドにおける擦動面であることを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれかの請求項に記載のタービン部品の修理方法。

【請求項7】 原タービン部品から復元タービン部品を製造するための復元タービン部品の製造方法において、

前記原タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、
前記欠陥除去工程が終了した後に、高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、前記原タービン部品における前記欠陥を除去した除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記原タービン部品における前記除去部分に前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層を形成する肉盛形成工程と、を具備してなることを特徴とする復元タービン部品の製造方法。

【請求項8】 前記肉盛形成工程が終了した後に、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、を具備してなることを特徴とする請求項7に記載の復元タービン部品の製造方法。

【請求項9】 前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記肉盛層と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を熔融除去して高密度状に形成しつつ、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする請求項8に記載の復元タービン部品の製造方法。

【請求項10】 前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記原タービン部品における擦動面と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記原タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去する

ことを特徴とする請求項7から請求項9のうちのいずれかの請求項に記載の復元タービン部品の製造方法。

【請求項11】 前記耐消耗電極は、グラファイト電極またはタングステン電極であることを特徴とする請求項9または請求項10に記載の復元タービン部品の製造方法。

【請求項12】 前記原タービン部品における擦動面は、原タービン動翼のシュラウドにおける擦動面であることを特徴とする請求項7から請求項11のうちのいずれかの請求項に記載の復元タービン部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、タービン部品における擦動面（例えばタービン動翼のシュラウドにおける擦動面等）の修理を行うためのタービン部品の修理方法、及び原タービン部品から復元タービン部品（例えば原タービン動翼から復元タービン動翼）を製造するための復元タービン部品の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスタービンエンジンの構成部品であるタービン動翼は高温な燃焼ガス雰囲気中に置かれ、前記タービン動翼のシュラウドにおける擦動面は隣接するタービン動翼のシュラウドにおける擦動面との擦動によって欠陥（磨耗、クラック等）が生じ易い。そして、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面に欠陥が生じた場合には、次のように、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面の修理が行うようにしている。

【0003】

即ち、研削加工によって前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面に生じた欠陥を除去する（欠陥除去工程）。次に、高温環境下における潤滑性を有する高温潤滑材を肉盛金属として用いて、肉盛溶接によって前記シュラウドにおける前記欠陥を除去した除去部分に肉盛層を形成する（肉盛層形成工程）。そして、研削加工によって前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを

行う（寸法仕上げ工程）。

【0004】

なお、本発明に関連する先行技術として特許文献1に示すものがある。

【0005】

【特許文献1】

特開 2002-303155号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面の修理においては、肉盛溶接の溶接特性から前記肉盛層を形成する際に余肉が生じることが避けられない。そのため、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面の修理に余肉の除去の除去を行う余肉除去工程が加わって、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面の修理の作業が煩雑化するという問題がある。

【0007】

また、肉盛溶接の際に生じる熱量は非常に大きく、前記タービン動翼は、通常、低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されている。そのため、前記肉盛層を形成後における急激な温度低下によって前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面付近（擦動面を含む）に熱収縮割れが生じ易くなって、前記タービン動翼の前記シュラウドにおける擦動面の修理不良につながるという問題がある。

【0008】

そこで、本発明にあつては、肉盛溶接によることなく、前記肉盛層を形成することを可能にした新規なタービン部品の修理方法を提供することを第1の目的とし、更に、新規なタービン部品の修理方法と共通の主要部を有する新規な復元タービン部品の製造方法を提供することを第2の目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明にあつては、タービン部品における擦動面の修理を行うためのタービン部品の修理方法において、

前記タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、
前記欠陥除去工程が終了した後に、高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記タービン部品における前記欠陥を除去した除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記タービン部品における前記除去部分に前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層を形成する肉盛形成工程と、を具備してなることを特徴とする。

【0010】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記タービン部品における前記除去部分の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。

【0011】

また、放電エネルギーによって形成された前記肉盛層と前記タービン部品の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、前記肉盛層を前記タービン部品における前記除去部分に強固に結合させることができる。

【0012】

なお、「高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料」とは、高温環境下における潤滑性を有しかつCr, Mo等を含む粉末状のコバルト合金、高温環境下における高硬度を有する粉末状のセラミックスと粉末状の合金との混合材、粉末状のTi、或いはこれら三種の材料ののうち少なくとも二種の材料を混合した材料のことをいう。また、前記セラミックスには、cBN, TiC, TiAlN, AlN, TiB₂, WC, Cr₃C₂, SiC, ZrC, VC, B₄C, VN, Si₃N₄, ZrO₂-Y, Al₂O₃, SiO₂等が含まれる。

【0013】

また、「前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて」とは、前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させ

ることの他に、放電エネルギーによって前記圧粉体電極の材料から生成した生成物（放電雰囲気中で化合した化合物を含む）を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることも含むものである。

【0014】

請求項2に記載の発明にあつては、請求項1に記載の発明特定事項の他に、前記肉盛形成工程が終了した後に、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、を具備してなることを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載の発明にあつては、請求項2に記載の発明特定事項の他に、前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記肉盛層と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を熔融除去して高密度状に形成しつつ、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする。

【0016】

請求項4に記載の発明にあつては、請求項1から請求項3のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記タービン部品における擦動面と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去することを特徴とする。

【0017】

請求項5に記載の発明にあつては、請求項3または請求項4に記載の発明特定事項の他に、前記耐消耗電極は、グラファイト電極またはタングステン電極であることを特徴とする。

【0018】

請求項6に記載の発明にあつては、請求項1から請求項5に記載の発明特定事項の他に、前記タービン部品における擦動面は、タービン動翼のシュラウドにおける擦動面であることを特徴とする。

【0019】

請求項7にに記載の発明にあつては、原タービン部品から復元タービン部品を製造するための復元タービン部品の製造方法において、

前記原タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、
前記欠陥除去工程が終了した後に、高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、前記原タービン部品における前記欠陥を除去した除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記原タービン部品における前記除去部分に前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層を形成する肉盛形成工程と、を具備してなることを特徴とする。

【0020】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記タービン部品における前記除去部分の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。

【0021】

また、放電エネルギーによって形成された前記肉盛層と前記原タービン部品の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあつて、前記肉盛層を前記原タービン部品における前記除去部分に強固に結合させることができる。

【0022】

なお、「高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料」とは、高温環境下における潤滑性を有しかつCr, Mo等を含む粉末状のコバルト合金、高温環境下における高硬度を有する粉末状のセラミックスと粉末状の合金との混合材、粉末状のTi、或いはこれら三種の材料ののうち少なくとも二種の材料を混合した材料のことをいう。また、前記セラミックスには、cBN, TiC, TiAlN, AlN, TiB₂, WC, Cr₃C₂, SiC, ZrC, VC, B₄C, VN, Si₃N₄, ZrO₂-Y, Al₂O₃, SiO₂等が含まれる。

【0023】

また、「前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて」とは、前記圧粉体電極の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることの他に、放電エネルギーによって前記圧粉体電極の材料から生成した生成物（放電雰囲気中で化合した化合物を含む）を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることも含むものである。

【0024】

請求項 8 に記載の発明にあつては、請求項 7 に記載の発明特定事項の他に、前記肉盛形成工程が終了した後に、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、を具備してなることを特徴とする。

【0025】

請求項 9 に記載の発明にあつては、請求項 8 に記載の発明特定事項の他に、前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記肉盛層と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を熔融除去して高密度状に形成しつつ、前記肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする。

【0026】

請求項 10 に記載の発明にあつては、請求項 7 から請求項 9 に記載の発明特定事項の他に、前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した耐消耗電極を用いて、電気絶縁性のある液中または気中において前記原タービン部品における擦動面と前記耐消耗電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、その放電エネルギーによって前記原タービン部品における擦動面に生じた欠陥を除去することを特徴とする。

【0027】

請求項 11 に記載の発明にあつては、請求項 9 または請求項 10 に記載の発明特定事項の他に、前記耐消耗電極は、グラファイト電極またはタングステン電極であることを特徴とする。

【0028】

請求項 12 に記載の発明にあつては、請求項 7 から請求項 11 に記載の発明特

定事項の他に、前記原タービン部品における擦動面は、原タービン動翼のシュラウドにおける擦動面であることを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】

ガスタービンエンジンの低圧タービンに用いられるタービン部品としてのタービン動翼、本発明の実施の形態に係わる放電加工機、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法（タービン部品の修理方法の一例）、併せて本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の製造方法（復元タービン部品の製造方法の一例）について、図1から図4を参照して説明する。

【0030】

図1及び図2は、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼のシュラウドの修理方法、併せては本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の製造方法を説明する模式的な説明図であって、図3は、本発明の実施の形態に係わる放電加工機の模式的な正面図であって、図4は、先端側からみたタービン動翼の斜視図である。

【0031】

図4に示すように、タービン部品としてのタービン動翼1は、翼3と、この翼3の基端側に一体に形成されかつインナー流路5dを有するプラットホーム5と、このプラットホーム5に一体に形成されかつタービンディスクのダブテール溝（図示省略）に嵌合可能なダブテール7（図3参照）と、翼3の先端側に一体に形成されかつアウター流路9dを有したシュラウド9とを備えている。

【0032】

ここで、タービン動翼1のシュラウド9における擦動面（一对の擦動面）9fは、隣接するタービン動翼1のシュラウド9における擦動面9fとの擦動によって磨耗等の欠陥が生じ易く、タービン動翼1のシュラウド9における擦動面9fが被修理部になっている。

【0033】

次に、図3に示すように、本発明の実施の形態に係わる放電加工機11はベッド13を加工機ベースとしており、このベッド13には、テーブル15が設けら

れてあって、このテーブル 15 は X 軸サーボモータ（図示省略）の駆動によって X 軸方向（図 3 において左右方向）へ移動可能かつ Y 軸サーボモータ（図示省略）の駆動によって Y 軸方向（図 3 において紙面に向かって表裏方向）へ移動可能である。

【0034】

テーブル 15 には、加工油等の加工液 L を貯留する加工槽 17 が設けられており、この加工槽 17 内には、支持プレート 19 が設けられている。この支持プレート 19 には、タービン動翼 1 のダブテール 7 をクランプする動翼クランプ 21 が立設されている。

【0035】

ベッド 13 の上方（図 3 において上方）には、加工ヘッド 23 がコラム（図示省略）を介して設けられており、この加工ヘッド 23 は Z 軸サーボモータ（図示省略）の駆動によって Z 軸方向（図 3 において上下方向）へ移動可能である。加工ヘッド 23 には、圧粉体電極 25 を保持する第 1 電極保持部材 27 が設けられており、加工ヘッド 23 における第 1 電極保持部材 27 の近傍には、グラファイト電極 29 を保持する第 2 電極保持部材 31 が設けられている。また、第 1 電極保持部材 27、第 2 電極保持部材 31、及び動翼クランプ 21 は共通の電源 33 に電氣的に接続されている。なお、第 1 電極保持部材 27 と第 2 電極保持部材 31 が個別の電源に電氣的に接続されるようにしても差し支えない。

【0036】

ここで、圧粉体電極 25 は、高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料を圧縮成形してなるものである。また、「高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料」とは、高温環境下における潤滑性を有しかつ Cr, Mo 等を含む粉末状のコバルト合金、高温環境下における高硬度を有する粉末状のセラミックスと粉末状の合金との混合材、粉末状の Ti、或いはこれら三種の材料のうち少なくとも二種の材料を混合した材料のことをいう。なお、「高温環境下における潤滑性及び／または高硬度を有する粉末状の材料」が粉末状のコバルト合金である場合にあって、Cr 及び／または Mo を 10% 以上含有し、かつ Ni を 20% 以上含有しないことが望ましく、前記セ

ラミックスには、cBN、TiC、TiAlN、AlN、TiB₂、WC、Cr₃C₂、SiC、ZrC、VC、B₄C、VN、Si₃N₄、ZrO₂-Y、Al₂O₃、SiO₂等が含まれる。

【0037】

また、グラファイト電極29は、耐消耗性を有した耐消耗電極の一つである。
また、グラファイト電極31の代わりに、タングステン電極を用いてもよい。

【0038】

なお、圧粉体電極25及びグラファイト電極29は、タービン動翼1のシュラウド9における擦動面9fのの形状に近似した形状をそれぞれ呈している。

【0039】

図1から図3に示すように、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法は、タービン動翼1のシュラウド9における擦動面（一对の擦動面）9fの修理をするための方法であって、以下のような①欠陥除去工程、②肉盛層形成工程、③寸法仕上げ工程、④繰り返し工程を具備している。

【0040】

① 欠陥除去工程

タービン動翼1のシュラウド9における一方の擦動面9fが上方向（図1から図3において上方向）を向いた状態の下で、動翼クランプ21によってタービン動翼1のダブテール7をクランプすることにより、タービン動翼1を加工槽17内の所定位置にセットする。次に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル15をX軸方向、Y軸方向（少なくともいずれかの方向）へ移動させることにより、タービン動翼1のシュラウド9における一方の擦動面9fがグラファイト電極31に上下に対向するようにタービン動翼1の位置決めを行う。なお、図1(a)は、修理を行う前のタービン動翼1を示している。

。

【0041】

そして、前記Z軸サーボモータの駆動によってグラファイト電極31を加工ヘッド23と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中においてタービン動翼1のシュラウド9における一方の擦動面9fとグラファイト電

極 31 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1 (b) に示すように、放電エネルギーによってタービン動翼 1 のシュラウド 9 における一方の擦動面 9 f に生じた欠陥（磨耗、クラック等、図 1 (a) 参照）を除去することができる。

【0042】

② 肉盛層形成工程

前記①欠陥除去工程が終了した後に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 15 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくとも X 軸方向）へ移動させることにより、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における欠陥を除去した除去部分 9 s が圧粉体電極 25 に上下に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、前記 Z 軸サーボモータの駆動によって圧粉体電極 25 を加工ヘッド 23 と一体的に Z 軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液 L 中においてタービン動翼 1 のシュラウド 9 における除去部分 9 s と圧粉体電極 25 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1 (c) に示すように、放電エネルギーによってタービン動翼 1 のシュラウド 9 における除去部分 9 s に圧粉体電極 25 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層 35 を形成することができる。

【0043】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーはタービン動翼 1 のシュラウド 9 における除去部分 9 s の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。

【0044】

また、放電エネルギーによって形成された肉盛層 35 とタービン動翼 1 の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、肉盛層 35 をシュラウド 9 における除去部分 9 s に強固に結合させることができる。

【0045】

なお、「圧粉体電極 25 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて」とは、圧粉体電極 25 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることの他に、放電エネルギーによって圧粉体電極 25 の材料から生成した生成

物（放電雰囲気中で化合した化合物を含む）を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることも含むものである。また、圧粉体電極 25 の材料の堆積及び／または拡散及び／または溶着は、圧粉体電極 25 の堆積によって生じる現象である。

【0046】

③ 寸法仕上げ工程

前記②肉盛層形成工程が終了した後に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 25 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくとも X 軸方向）へ移動させることにより、肉盛層 35 がグラファイト電極 29 に上下に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、前記 Z 軸サーボモータの駆動によってグラファイト電極 29 を加工ヘッド 23 と一体的に Z 軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液 L 中において肉盛層 35 とグラファイト電極 29 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 2（a）に示すように、放電エネルギーによって肉盛層 35 の表側を溶融除去して高密度に形成しつつ、肉盛層 35 の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことができる。

【0047】

④ 繰り返し工程

前記③寸法仕上げ工程が終了した後に、動翼クランプ 21 を一旦アンクランプして、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における他方の擦動面 9 f が上方向を向いた状態の下で、動翼クランプ 21 によってタービン動翼 1 のダブテール 7 を再度クランプする。そして、前記①欠陥除去工程から前記③寸法仕上げ工程まで、前述と同様に繰り返すことにより、図 2（b）に示すように、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における他方の擦動面 9 f の修理が終了する。

【0048】

更に、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法に併せて、本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の製造方法について簡単に説明する。

【0049】

図 1 及び図 2 に示すように、本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の

製造方法は、原タービン動翼 1 A (図 1 (a) 参照) から復元タービン動翼 1 B (図 2 (b) 参照) を製造するための方法であって、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法と同様、以下のような i 欠陥除去工程、ii 肉盛層形成工程、iii 寸法仕上げ工程、iv 繰り返し工程を具備している。

【0050】

i 欠陥除去工程

原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における一方の擦動面 9 f が上方向 (図 1 から図 3 において上方向) を向いた状態の下で、動翼クランプ 2 1 によって原タービン動翼 1 A のダブテール 7 をクランプすることにより、原タービン動翼 1 A を加工槽 1 7 内の所定位置にセットする。次に、原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における一方の擦動面 9 f がグラファイト電極 2 9 に上下に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、電気絶縁性のある加工液 L 中において原タービン動翼 1 のシュラウド 9 における一方の擦動面 9 f とグラファイト電極 3 1 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1 (b) に示すように、放電エネルギーによって原タービン動翼 1 のシュラウド 9 における一方の擦動面 9 f に生じた欠陥 (磨耗、クラック等、図 1 (a) 参照) を除去することができる。

【0051】

ii 肉盛層形成工程

前記 i 欠陥除去工程が終了した後に、原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における欠陥を除去した除去部分 9 s が圧粉体電極 2 5 に上下に対向するように原タービン動翼 1 A の位置決めを行う。そして、電気絶縁性のある加工液 L 中において原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における除去部分 9 s と圧粉体電極 2 5 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1 (c) に示すように、放電エネルギーによって原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における除去部分 9 s に圧粉体電極 2 5 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、高温環境下における耐磨耗性を有する肉盛層 3 5 を形成することができる。

【0052】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは原タービン

動翼 1 A のシュラウド 9 における除去部分 9 s の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。

【0053】

また、放電エネルギーによって形成された肉盛層 3 5 と原タービン動翼 1 A の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、肉盛層 3 5 をシュラウド 9 における除去部分 9 s に強固に結合させることができる。

【0054】

なお、「圧粉体電極 2 5 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて」とは、圧粉体電極 2 5 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることの他に、放電エネルギーによって圧粉体電極 2 5 の材料から生成した生成物（放電雰囲気中で化合した化合物を含む）を堆積及び／または拡散及び／または溶着させることも含むものである。また、圧粉体電極 2 5 の材料の堆積及び／または拡散及び／または溶着は、圧粉体電極 2 5 の堆積によって生じる現象である。

【0055】

iii 寸法仕上げ工程

前記 ii 肉盛層形成工程が終了した後に、肉盛層 3 5 がグラファイト電極 2 9 に上下に対向するように原タービン動翼 1 A の位置決めを行う。そして、電気絶縁性のある加工液 L 中において肉盛層 3 5 とグラファイト電極 2 9 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 2 (a) に示すように、放電エネルギーによって肉盛層 3 5 の表側を熔融除去して高密度に形成しつつ、肉盛層 3 5 の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことができる。

【0056】

iv 繰り返し工程

前記 iii 寸法仕上げ工程が終了した後に、動翼クランプ 2 1 を一旦アンクランプして、原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における他方の擦動面 9 f が上方向を向いた状態の下で、動翼クランプ 2 1 によって原タービン動翼 1 A のダブテール 7 を再度クランプする。そして、前記 i 欠陥除去工程から前記 iv 寸法仕上げ工程まで、前述と同様に繰り返すことにより、図 2 (b) に示すように、原タービ

ン動翼 1 A から復元タービン動翼 1 B を製造することができる。

【0057】

以上の如き、本発明の実施の形態によれば、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における除去部分 9 s (または原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における除去部分 9 s) と圧粉体電極 25 との間にパルス状の放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、肉盛層 35 を形成することができるため、前記余肉除去工程を削減して、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における擦動面 9 f の修理の作業能率 (または復元タービン動翼 1 B の製造の作業能率) を向上させることができる。

【0058】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーはタービン動翼 1 のシュラウド 9 における除去部分 9 s (または原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における除去部分 9 s) の極めて小さい箇所に局所的に作用するものであるため、肉盛層 35 を形成後における急激な温度低下によってタービン動翼 1 のシュラウド 9 における擦動面 9 f 付近 (または原タービン動翼 1 A のシュラウド 9 における擦動面 9 f 付近) に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における擦動面 9 f の修理不良 (または復元タービン動翼 1 B の製造不良) を抑制できる。

【0059】

更に、前記肉盛層 35 をシュラウド 9 における除去部分 9 s に強固に結合させることができるため、肉盛層 35 がシュラウド 9 における除去部分 9 s から剥離し難くなって、修理後のタービン動翼 1 の品質 (または復元タービン動翼 1 B の品質) を安定させることができる。

【0060】

また、放電エネルギーによって肉盛層 35 の表側を高密度状に形成しているため、修理後のタービン動翼 1 (または復元タービン動翼 1 B) のシュラウド 9 における擦動面 9 f の耐磨耗性を高めて、修理後のタービン動翼 1 (または復元タービン動翼 1 B) の品質を向上させることができる。

【0061】

なお、本発明は、前述の発明の実施の形態の説明に限るものではなく、例えば電気絶縁性のある加工液中において放電させる代わりに、電気絶縁性のある気中で放電させる等、適宜の変更を行うことにより、その他種々の態様で実施可能である。

【0062】

【発明の効果】

請求項1から請求項6のうちのいずれかの請求項に記載の発明によれば、前記タービン部品における前記除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、前記肉盛層を形成することができるため、前記余肉除去工程を削減して、前記タービン部品における擦動面の修理の作業能率を向上させることができる。

【0063】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記タービン部品における前記除去部分の極めて小さい箇所に局所的に作用するものであるため、前記肉盛層を形成後における急激な温度低下によって前記タービン部品における擦動面付近（擦動面を含む）に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなっており、前記タービン部品における擦動面の修理不良を抑制できる。

【0064】

更に、前記肉盛層を前記タービン部品における前記除去部分に強固に結合させることができるため、前記肉盛層が前記除去部分から剥離し難くなって、修理後の前記タービン部品の品質を安定させることができる。

【0065】

請求項3から請求項6のうちのいずれかの請求項に記載の発明によれば、前述の効果奏する他に、放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を高密度状に形成することができるため、前記肉盛層の耐磨耗性を高めて、修理後の前記タービン部品の品質を向上させることができる。

【0066】

請求項7から請求項12のうちのいずれかの請求項に記載の発明によれば、前記原タービン部品における前記除去部分と前記圧粉体電極との間にパルス状の放

電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、前記肉盛層を形成することができるため、前記余肉除去工程を削減して、前記復元タービン部品の製造の作業能率を向上させることができる。

【0067】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記タービン部品における前記除去部分の極めて小さい箇所に局所的に作用するものであるため、前記肉盛層を形成後における急激な温度低下によって前記復元タービン部品における擦動面付近（擦動面を含む）に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、前記復元タービン部品の製造不良を抑制できる。

【0068】

更に、前記肉盛層を前記原タービン部品における前記除去部分に強固に結合させることができるため、前記肉盛層が前記除去部分から剥離し難くなって、前記復元タービン部品の品質を安定させることができる。

【0069】

請求項9から請求項12のうちのいずれかの請求項に記載の発明によれば、前述の効果を奏する他に、放電エネルギーによって前記肉盛層の表側を高密度状に形成することができるため、前記肉盛層の耐磨耗性を高めて、前記復元タービン部品の品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼のシュラウドの修理方法、併せて本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の製造方法を説明する模式的な説明図である。

【図2】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼のシュラウドの修理方法、併せては本発明の実施の形態に係わる復元タービン動翼の製造方法を説明する模式的な説明図である。

【図3】

本発明の実施の形態に係わる放電加工機の模式的な正面図である。

【図 4】

先端側からみたタービン動翼の斜視図である。

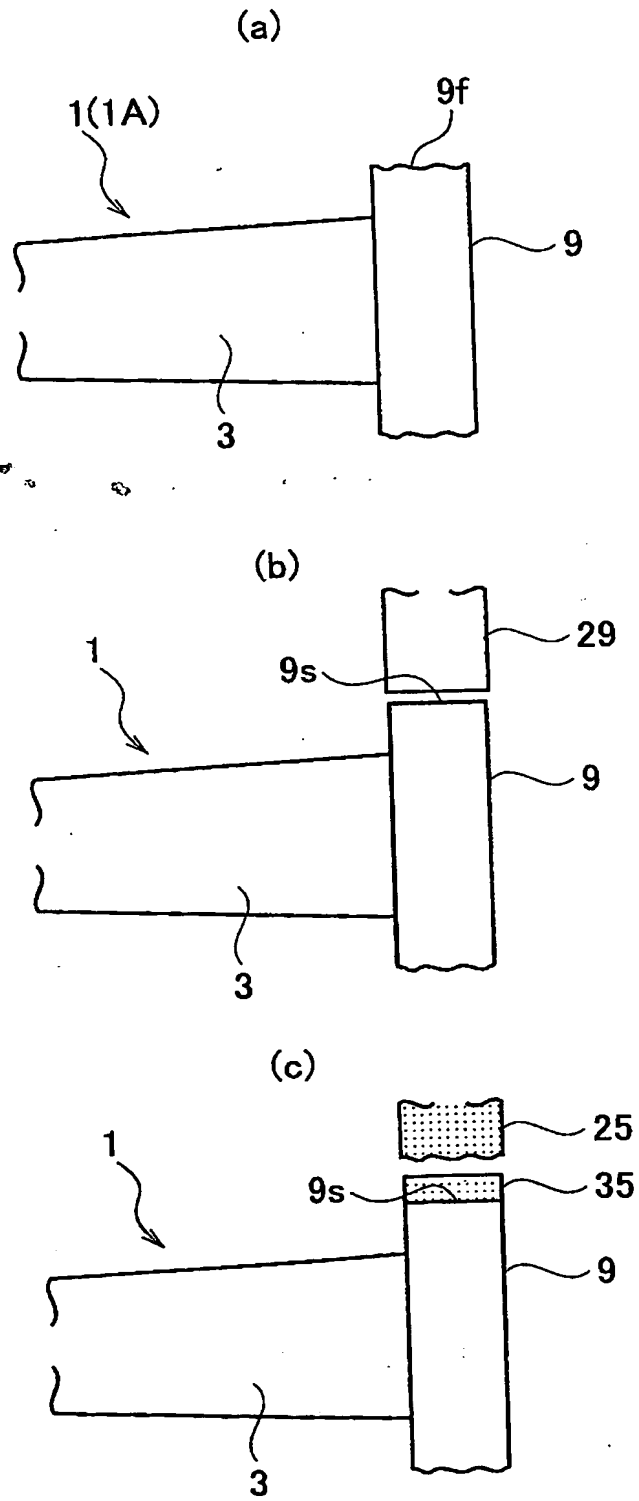
【符号の説明】

1	タービン動翼
1 A	原タービン動翼
1 B	復元タービン動翼
9	シュラウド
9 f	擦動面
1 1	放電加工機
2 5	圧粉体電極
2 9	グラファイト電極
3 5	肉盛層

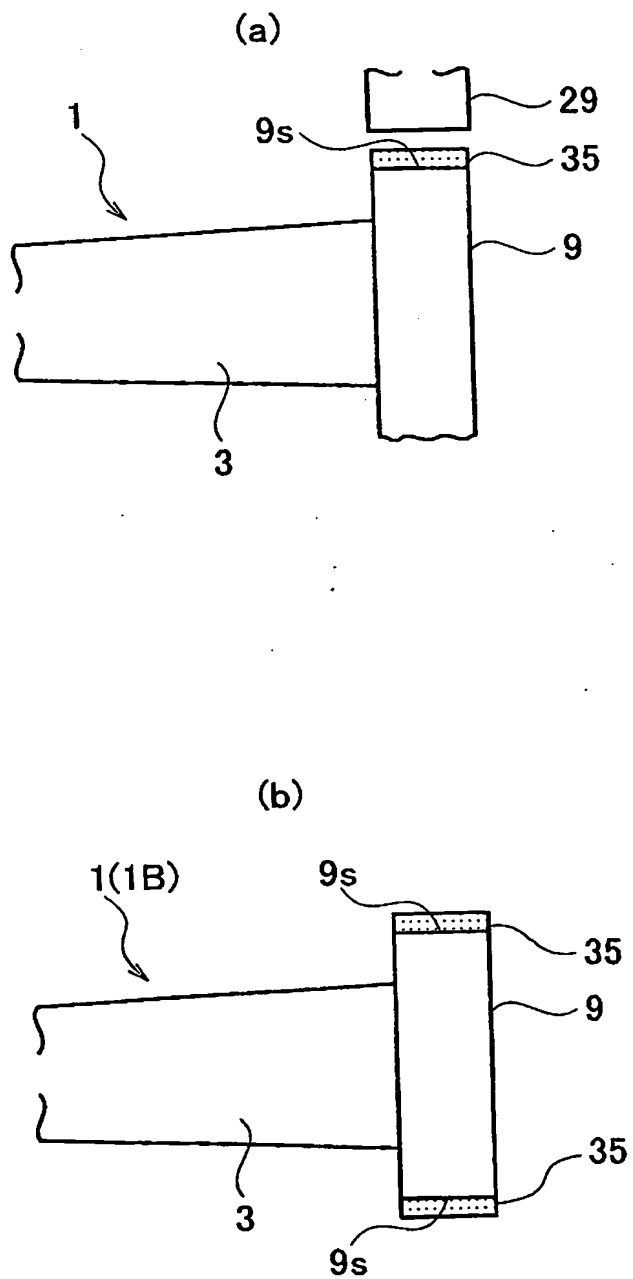
【書類名】

図面

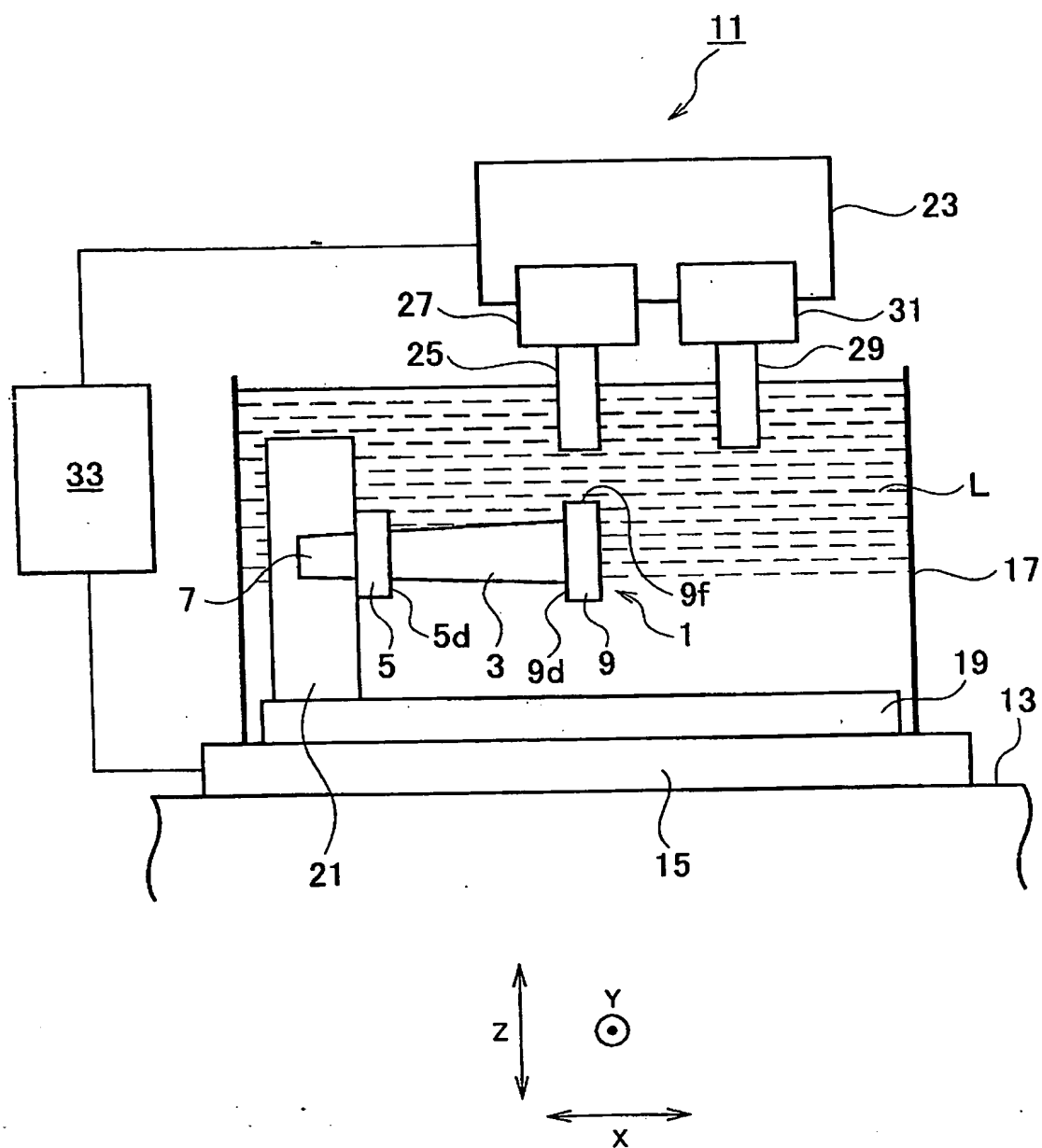
【図 1】



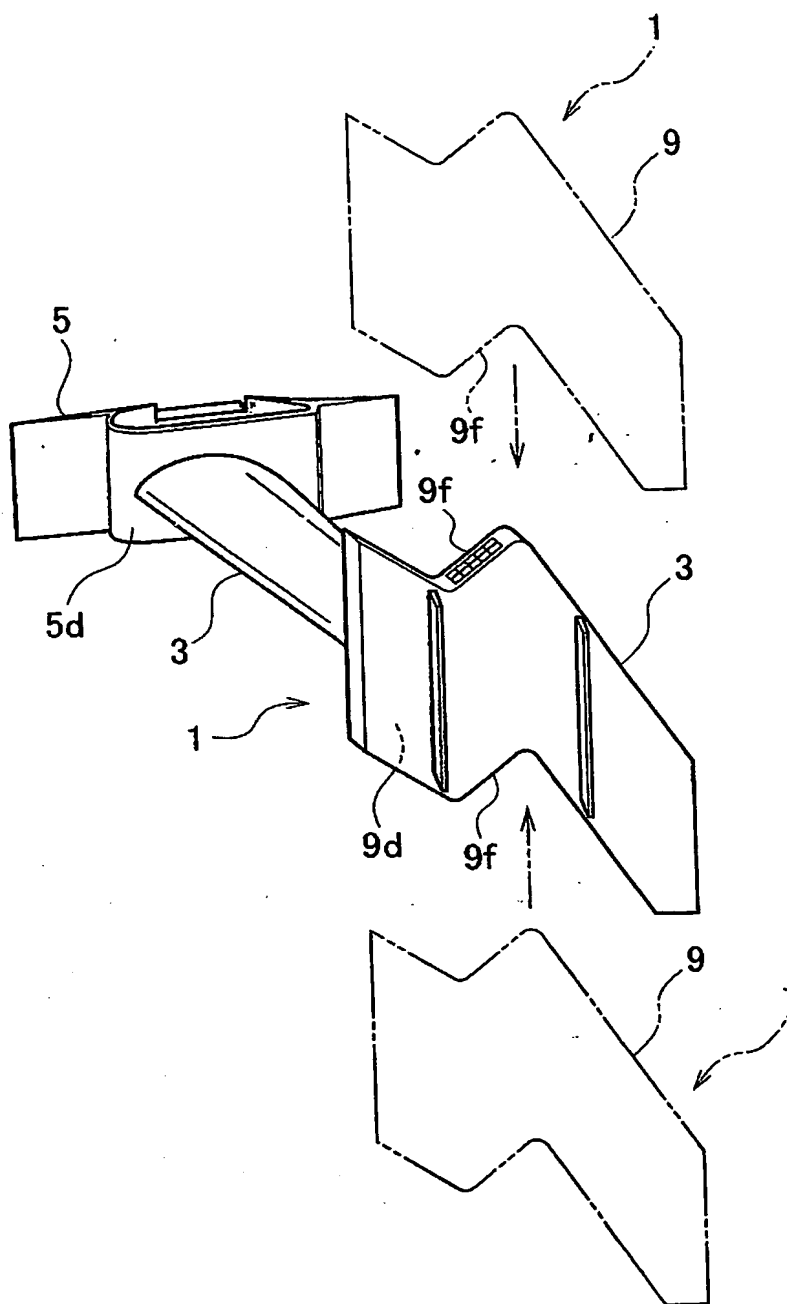
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 余肉除去工程を削減して、タービン動翼 1 のシュラウド 9 における擦動面 9 f の修理の作業能率を向上させる。

【解決手段】 タービン部品 1 における擦動面 9 f に生じた欠陥を除去し、高温環境下における潤滑性及び導電性を有する粉末状の高温潤滑材を圧縮成形してなる圧粉体電極 2 5 を用いて、タービン部品 1 における欠陥を除去した除去部分 9 s と圧粉体電極 2 5 との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって除去部分 9 s に圧粉体電極 2 5 の材料を堆積及び／または拡散及び／または溶着させて、肉盛層 3 5 を形成し、肉盛層 3 5 の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う。

【選択図】 図 1

特願 2003-167076

出願人履歴情報

識別番号

[000000099]

1. 変更年月日

1990年 8月 7日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

氏名

石川島播磨重工業株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 6 7 0 7 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

新規登録

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

三菱電機株式会社